



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Kleber de Souza Filho

**ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA UM JÚRI
SIMULADO SOBRE A EXTRAÇÃO DE SAL-GEMA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Brasília – DF

2.º/2019



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Kleber de Souza Filho

**ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA UM JÚRI
SIMULADO SOBRE A EXTRAÇÃO DE SAL-GEMA**

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentada ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada(o) em Química.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Patrícia Fernandes Lootens Machado

2.º/2019

Dedico este trabalho à minha avó Telma, que mora em Maceió no Bairro do Pinheiros, cuja situação de risco me inspirou a fazer este trabalho. Dedico também aos meus colegas de curso que entraram no mesmo semestre que eu, em especial Diogo Oliveira e Lucas Botega, com os quais trabalhei muito ao longo da graduação.

SUMÁRIO

Introdução.....	7
Capítulo 1 – O Ensino temático.....	10
Abordagem CTS e o Júri simulado	10
Sal	14
O sal e a humanidade.....	14
Como as Salinas Funcionam	18
Como o Sal-gema é minerado	19
Capítulo 2 – A Elaboração.....	21
O Caso	21
Os Papéis	22
Os Materiais.....	22
Capítulo 3 – Utilização dos materiais elaborados	24
Matéria Jornalística.....	24
Laudo Preliminar	25
Materiais de apoio	25
Mapas	26
Capítulo 4 - Organização da proposta em um plano de ensino	27
Considerações finais	36
Referências	37
Apêndices	39
Apêndice 1- Matéria Jornalística.....	40
Apêndice 2- Laudo preliminar dos danos.....	42
Apêndice 3- Material de apoio da defesa	46
Apêndice 4- Material de apoio da acusação	49
Apêndice 5- Mapas.....	50
Apêndice 6- Bibliografia sugerida ao professor	56

RESUMO

Nesses dois últimos anos, o Estado de Minas Gerais foi palco de dois desastres ambientais que ganharam destaque nacional: Mariana e Brumadinho. Tais eventos causaram choque, comoção e promoveram preocupação sobre a segurança de atividades extrativistas. Na cidade de Maceió, Alagoas, observa-se um caso semelhante, a extração de sal-gema está provocando danos às casas no bairro de Pinheiros, deixando ruas sob o risco de desabamento. Embora este último não tenha gerado mortos ou feridos, o perigo é iminente, com a necessidade de elaboração de mapas de risco e planos de evacuação para o caso das rachaduras começarem a comprometer a integridade das residências.

O caso de Maceió coloca em debate uma atividade extrativista que não é muito discutida em sala de aula, a exploração de sal-gema. Este trabalho pretende explorar esta temática na criação de uma proposta de júri simulado dentro de uma abordagem CTS, na perspectiva do desenvolvimento de um cidadão crítico. Neste TCC, o objetivo é a elaboração de materiais para subsidiar o caso, que terá como temática central a exploração do sal-gema. A estratégia pedagógica necessitará de materiais secundários para fomentar ações socio científicas. Além de materiais de apoio para que o professor possa aplicar tal estratégia dentro de sala de aula.

Palavras-chaves: Júri simulado, sal-gema, Educação CTS.

ABSTRACT

In the previous two years, the state of Minas Gerais has been stage of two environmental disasters which earned the national spotlight: Mariana and Brumadinho. Such disasters caused shock, commotion and promoted concern about the safety of extractivism. On the city of Maceió, Alagoas, a similar case can be observed, in which the mining for rock-salt is causing damages to the homes in the district of Pinheiros, putting streets under the risk of falling down. Even though this last one is yet to leave people dead or wounded, the danger is imminent, with the need of stablishing danger zones and evacuation plans in case the cracks fully compromise the integrity of the buildings.

The case of Maceió puts in debate a mining activity that isn't discussed that much on Brazilian classrooms, rock-salt mining. This work intends to explore such theme in the creation of a simulated jury within an STS approach, under the perspective of developing a critical citizen. In this work, the objective is to create resources to subsidize the case which will have as main theme the exploration of rock-salt. The pedagogical strategy will require secondary resources to foment socio-scientific actions to support the teacher as it applies such strategy in the classroom.

Keywords: Simulate jury, rock-salt, STS education

INTRODUÇÃO

Nos últimos cinco anos, a mineração vem ganhando espaço na mídia com maior frequência, devido a ocorrência de acidentes socioambientais. Em novembro de 2015, o rompimento da barragem do Fundão, na cidade mineira de Mariana, MG, conduziu ao vazamento de 43,7 milhões de m³ de rejeitos, que levou a óbito 19 pessoas, além da tragédia ambiental. Tais rejeitos contaminaram o Rio Doce causando a mortandade de 11 toneladas de peixes, gerando grande prejuízo para as cidades que tinham com o rio uma fonte de sustento (LIMA, 2019).

Este evento serviu de alerta sobre os riscos da atividade extrativista na região e manejo inadequado de rejeitos. No entanto, parece que a dimensão da tragédia não foi suficiente para mobilizar autoridades no sentido de prevenir que situação semelhante se repetisse. Infelizmente, ocorreu novamente no Estado de Minas Gerais acidente semelhante com perdas ainda maiores.

Em janeiro de 2019, a barragem da mina do Córrego do Feijão, localizada na cidade de Brumadinho, MG, se rompeu. A onda de lama invadiu os arredores da cidade, ceifando mais de 200 vidas em seu caminho (GIRARDI, 2019). Apesar de ambos acidentes terem ocorrido no Estado de Minas, no Brasil, outros estados também desenvolvem atividades de mineração.

Na primeira semana de 2019, uma reportagem na TV despertou minha atenção; casas localizadas em um bairro de Maceió, AL, estavam com rachaduras, prestes a ruir. A suspeita é que as rachaduras podem ter como origem diferentes fatores, como: as falhas geológicas na região, os problemas na rede pluvial e, o que mais me deixou curioso; a extração de sal-gema. (MADEIRO, 2018)

Dessa forma, fiquei com alguns questionamentos: por que extrair sal do subsolo em uma cidade costeira? Como se dá o processo de extração desse sal? Como este processo pode redundar em risco de desmoronamento de um bairro?

Estes e outros questionamentos me motivaram a investigar o assunto e nessas buscas foi surgindo a ideia de usar a exploração de sal-gema como temática no Ensino de Ciências. Na medida que buscava fontes, deparei-me com um tema enriquecido no aspecto social, histórico e científico.

O sal-gema é uma substância cuja exploração acompanha o desenvolvimento da humanidade desde o Período Neolítico. Esta substância tem diversos usos no cotidiano, desde

o consumo na culinária até produção de cloro, borracha sintética e papel (MELO; CARVALHO; PINTO, 2008).

Tais aspectos permitem uma variedade de abordagens e estratégias sobre o tema. Por isso, precisei delimitar a pesquisa, escolher uma estratégia e desenvolvê-la. Pesquisei formas que favoreceriam uma abordagem didática, preferencialmente, preservando os fatores que motivaram minha busca.

Com base nas vivências que tive na disciplina de Filosofia da Ciência e Ensino CTS, optei pelo uso de júri simulado como um recurso, pois permite a discussão de questões a respeito da responsabilidade de um agente público ou privado sobre os impactos observados dentro de um contexto CTS. Então iniciei a pesquisa por referenciais que fornecessem aporte teórico para o uso dessa estratégia de ensino.

Nesse processo, deparei-me com os trabalhos de Santos, Mortimer e Scott (2001), que relatam a importância do uso de temáticas para desenvolver a argumentação no ensino e, concomitantemente, trabalhar aspectos sócio-científicos que podem auxiliar a formação de cidadãos críticos. Para desenvolver a capacidade de argumentação com os alunos em aulas de Ensino de Ciências, os autores sugerem o embasamento de fatos científicos e os processos envolvidos na atividade tecno-científica.

Desenvolver a argumentação na estratégia do júri simulado pode dar à formulação desses argumentos um caráter lúdico que, segundo as pesquisas de Oliveira e Soares (2005), indicam contribuir com um maior engajamento dos alunos a respeito do tema a medida que estes analisam e discutem a situação proposta, valorizando o ponto de vista do estudante.

Neste trabalho discutirei o tema “sal”, sua história na civilização, fazendo um apanhado de suas primeiras extrações, passando pela importância que ganhou dentro da civilização romana, sua exploração pelos ibéricos, em especial os portugueses e, finalmente, atividades semelhantes no Brasil. Explorarei como o sal é extraído e purificado, tanto nas salinas como em minas e os impactos desses processos.

Por fim, partindo dessas discussões, irei propor uma atividade de júri simulado usando o tema sal-gema, na perspectiva de investigar a responsabilização de possíveis impactos decorrentes do processo extração. Dentro dessa atividade haveria a discussão de como os conhecimentos da ciência estão articulados nesses procedimentos.

Então, este trabalho tem como objetivo: elaborar uma proposta de júri simulado com o tema sal-gema para abordar os conteúdos ligados à Ciências, as tecnologias envolvidas, os

aspectos econômicos e as questões socioambientais. Neste processo, serão também elaborados os materiais que darão apoio à aplicação de tal atividade pedagógica.

CAPÍTULO 1 – O ENSINO TEMÁTICO

Abordagem CTS e o Júri simulado

“Educação para formar cidadãos” é uma frase muito difundida em cursos de formação de professores, caracterizando a principal função defendida na atividade educacional. Ela é o fio condutor no ato de ensinar os conteúdos, pois está baseada no uso do conjunto do conhecimento escolar para a vida em sociedade. Esta ideia é defendida no artigo 2º da Lei de Diretrizes e Bases - LDB nº 9394 de 1996 (BRASIL, 1996), quando se lê que: *“A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”*.

Nesse artigo, a LDB explicita que a educação não tem mero caráter reprodutivo e, o que deve ser ensinado aos alunos tem por objetivo desenvolver sua capacidade de viver o mais harmoniosamente possível em sociedade.

É possível perceber que no ensino tradicional há a separação de áreas, sendo por um lado, aquelas que ensinam com o foco muito específico para o mercado de trabalho e, por outro, as áreas que ensinam para a vida em sociedade. Pode-se dizer que professores das Ciências Exatas e da Natureza nem sempre foram preparados para sensibilizar quanto ao caráter civil de sua atividade, relegando o ensino de noções de direitos e deveres aos colegas das ditas “áreas de humanas”.

Nesta perspectiva dicotômica, o Ensino das Ciências, em um número relevante de salas de aula, torna-se uma atividade mecanizada, com um foco na transmissão e reprodução de conhecimento. Os conceitos são supostamente ensinados para aplicação no mercado de trabalho, ou pior, com a finalidade exclusiva de direcionar para os exames de acesso ao Ensino Superior. O professor tradicional entende o conhecimento apenas como ferramentas, fórmulas ou nomes a serem despejadas e repetidas em atividades laborais e em provas de seleção. Por causa disso, tal conhecimento é abordado de forma acrítica, apolítica, descontextualizada e desconectada da formação humana.

Segundo Santos, Galiazzi et al. (2010), tal abordagem supostamente imparcial e acrítica do conhecimento científico seria um equívoco. As ditas Ciências Exatas são igualmente

construções humanas e o conhecimento científico e tecnológico interagem com a sociedade. As relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) constituem o dia a dia de todas as pessoas e, podem promover engajamento no processo ensino-aprendizagem. Portanto, levar discussões sobre essa relação para salas de aula possibilita que os estudantes se enxerguem como parte atuante e conscientes de sua cidadania. Essa consciência perpassa pelo relevante papel que cada indivíduo deve exercer nas transformações sociais.

Em uma abordagem CTS, os alunos discutem e estudam os fatos geradores e os impactos da ciência e da tecnologia em suas vidas. São observados como as pressões econômicas e políticas influenciam a atividade científica, questionando a dita neutralidade. Desta forma, o processo do desenvolvimento científico deixa de ser ensinado como algo imparcial, apolítico e dependente, exclusivamente, do chamado método científico.

O reconhecimento da não neutralidade da ciência pode contribuir com a reflexão sobre os hábitos desses jovens; “o que consumo?”, por que consumo? “o que produzo?”, “que injustiças promovo?” “como poderia adotar posturas mais justas?”. Tais questionamentos dentro de uma lógica freireana conduziriam ao desenvolvimento de um indivíduo mais crítico, consciente e, portanto, cidadão (FREIRE, 1996).

A observância desses aspectos expande o grau de significância que o aluno dá ao conteúdo. A medida que ele estuda ciências e os integra com as relações sociais ele percebe que a aplicabilidade daquele conteúdo não se encerra com a prova, aquele conhecimento, por ter influência em sua vida e de seus entes queridos, merece e precisa ser aprendido (FREIRE, 1996).

A Química, ao estudar substâncias e suas transformações, possui um vasto leque de possibilidades dentro de uma perspectiva CTS. Atividades extrativas e industriais utilizam de conhecimentos químicos para a exploração, refino e produção de objetos de uso cotidiano. Ao se tomar um desses exemplos como temática, o professor tem a chance de discutir não somente o conteúdo pelo conteúdo, mas todo o contexto social, político e ambiental associado à temática, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico (SANTOS; GALIAZZI et al., 2010). Assim, fomentaria reflexões no aluno, possibilitando a percepção de si como ente social, possuidor de direitos e deveres e que organizado e mobilizado com seus pares é capaz de promover mudanças (SANTOS; GALIAZZI et al., 2010).

Nesse contexto, as abordagens CTS são particularmente úteis na proposição de atividades que colocam o aluno em uma posição de tomada de decisão. O estudante, ao ter maior consciência das relações entre conhecimento científico e sociedade, se vê melhor

informado e mais preparado para argumentar sobre essas relações. Dessa forma, há o aprimoramento de atividades de debate e discussão com a construção de argumentos usando reflexões baseadas no conteúdo discutido dentro da temática (SANTOS; MORTIMER; SCOTT, 2001).

A abordagem CTS pode ser empregada com o auxílio de diversos recursos e estratégias, abarcando conhecimentos além dos oriundos das ciências. Podendo utilizar como recurso didático vídeos, em especial documentários, com a apresentação das relações sociais, econômicas e políticas que perpassam a temática escolhida. Uma outra opção são os seminários. Estes permitem que os alunos se coloquem como orientadores de seus próprios colegas sobre os temas que eles pesquisaram. Já, as aulas dialógicas discursivas possibilitam que os alunos exponham tanto suas noções prévias sobre as problemáticas em questão como podem ampliar seus conhecimentos por meio de discussões. Além dessas sugestões, exploraremos neste trabalho o uso do júri simulado, um recurso didático lúdico no qual alunos encenam um julgamento sobre um tema proposto pelo professor. Tal caso motivador está relacionado com conteúdos a serem apreendidos ao longo de toda a preparação para o júri e possibilita a apresentação de pontos de vista possíveis e contraditórios. Para a condução desta estratégia, seguimos as orientações de Oliveira e Soares (2005), o júri simulado sendo constituído por defesa, acusação e júri.

A tarefa dos dois primeiros grupos, de defesa e acusação, é argumentar em favor dos pontos de vista propostos no caso. Por exemplo, em um caso que apresenta a problemática de um acidente industrial, essas posições seriam representadas pelos advogados de defesa da empresa e pela promotoria ou entidade que representa as vítimas. Em outra situação, como uma disputa de patente, os papéis seriam assumidos pelos respectivos advogados das pessoas que se dizem ser detentoras daquela patente (OLIVEIRA; SOARES, 2005)

Para defender seus pontos de vista, esses dois grupos constroem argumentos baseados no material apresentado pelo professor e questões levantadas pelo grupo em reuniões e pesquisas. Nesse processo, os alunos também se prepararam para os possíveis levantamentos utilizados pelos adversários, elaborando contra-argumentos. Tal material construído pelos grupos é escrito e entregue ao professor como uma forma de avaliação do processo de aprendizado (OLIVEIRA; SOARES, 2005).

No dia do júri simulado, defesa e acusação expõem seus argumentos de forma intercalada seguido da exposição de réplicas (contra-argumentos) e suas trélicas. A partir do debate, os alunos que compõem o grupo do júri elaboram um veredito escrito determinando qual

grupo (defesa ou acusação) os convenceu de sua posição e quais critérios levaram a essa escolha (OLIVEIRA; SOARES, 2005).

Dependendo da situação abordada e do tamanho da turma, o professor pode designar que alguns alunos cumpram a função de testemunhas. Nesse formato, os alunos selecionados como testemunhas desempenhariam papéis de vítima, consultor científico, responsável técnico ou outros membros da comunidade; respondendo questionamentos da acusação e da defesa numa dinâmica de *role-play*¹. Tais papéis também seriam parciais, com posições baseadas em pesquisas registradas de forma escrita, servindo de guia para as respostas dadas no depoimento (ANJOS; JUSTI, 2015).

Por ter em seu início uma problematização, o júri simulado tem capacidade para discussões a respeito das relações CTS, ao demonstrar que ambos os lados tentam utilizar a ciências como base para formar seus argumentos e defender seus interesses desmentindo a afirmação de ciência como atividade neutra. Dessa forma, há a fomentação da reflexão e questionamento pelos alunos que, ao se verem defendendo um posicionamento, um ponto de vista divergente de outras opções, estabelecem relações de influência e de impacto (ANJOS; JUSTI, 2015).

O júri simulado oportuniza ao professor o papel de motivador e mediador, cabendo a ele, inicialmente, a explicação de como será atividade, a proposição do caso, a elaboração de material para mostrar o contexto (e.g.: mapas e laudos se o caso tratar de uma região fictícia). Ao longo dos encontros e reuniões, o professor tem a tarefa de tirar dúvidas que os alunos tiverem sobre a construção de seus argumentos, sugerindo pontos a serem pesquisados e que perpassam o conhecimento científico envolvido. No dia da simulação do julgamento, o professor tem papel de juiz, coordenando o tempo de fala dos grupos e de testemunhas, se essas forem usadas (OLIVEIRA; SOARES, 2005; ANJOS; JUSTI 2015).

O júri simulado por ser um recurso didático com ênfase na atuação dinâmica dos alunos e na discussão de temas contraditórios, fornece um espaço propício para a perspectiva CTS, ao abordar a relação entre ciência, tecnologias e sociedade. Como comentado anteriormente, tal recurso precisa de materiais didáticos para servir de orientação. Como optamos pelo tema sobre o “sal-gema” como objetivo deste trabalho, cabe o levantamento sobre a contextualização dessa substância, sua extração e exploração como um todo.

¹ Atividade no qual os participantes simulam uma situação interpretando os personagens envolvidos.

No item a seguir discorrerei sobre a presença do sal seus usos e métodos de extração, desenhando, assim, uma justificativa para a escolha desse tema.

Sal

É compreensível a associação que as pessoas fazem entre sal e alimentos, pois esta é a forma mais direta na qual todos nós entramos em contato com o material. Devido a sua eficiência em preservar e dar sabor às comidas, ele poderia ser considerando um tempero bastante difundido, o que o gera o hábito dos professores simplificarem o cloreto de sódio como apenas “sal de cozinha”.

Tal costume e associação podem gerar a falsa impressão de que o sal de cozinha é uma substância pura, o que seria um equívoco. O sal que consumimos passa por uma série de processos de beneficiamentos tanto para a remoção de impurezas presentes em sua fonte assim como a inserção de iodo (BRASIL, 1974), sendo caracterizado quimicamente como um material, que tem como componente majoritário o cloreto de sódio. Além disso, tal associação do cloreto de sódio com o nome sal de cozinha pode gerar o equívoco de que esta substância possui apenas fins alimentares.

O sal e a humanidade

É antiga a relação entre a humanidade e a substância cloreto de sódio, NaCl. Estudiosos supõem que os seres humanos começaram a explorar esse recurso por volta de 5.000 a.C. em uma mina de sal na região, onde hoje fica hoje o Azerbaijão (MARRO; BAKHSHALIYEV; SANZ, 2010). Também existem evidências de 2.500 a.C. de exploração em salina² em sítios arqueológicos na China (BASS-BECKING, 1931). Nessa mesma época, também na China, há indícios das primeiras minerações de sal por diluição de reservas subterrâneas (MELO; CARVALHO; PINTO, 2008).

Segundo Almeida (2005, p.141):

(...) os povos da antiguidade viram no sal um produto de excelência. Usavam-no na alimentação, na conservação de certos alimentos, na terapia de determinadas doenças

² É importante ressaltar que as diferenças entre o sal marinho e sal minerado (conhecido como sal-gema) se restringem as impurezas encontradas nestes materiais, sendo a proporção destas relacionada ao meio de onde o sal, seja marinho ou mineral, foi extraído.

e mesmo na arte de mumificar os corpos, campo de actividade onde os egípcios atingiram níveis de um conhecimento ainda não ultrapassado.

Devido a essa abrangência de usos dessa substância, o sal se tornou um produto bastante desejado, tornando-se símbolo de poder político dentro do império romano, sendo a distribuição deste a populações pobres um dos exemplos mais abrangentes de programas sociais que se tem registro na antiguidade. Nessa época, as rotas usadas para o transporte do sal tiveram grande importância ao conectar as salinas no litoral aos centros urbanos da península itálica. Na culinária camponesa romana, o sal possuía grande valor ao dar gosto à uma dieta composta principalmente por vegetais e mingaus feitos com cereais (ALMEIDA, 2005).

Por volta do século VII a.C., a Península Ibérica possuía uma posição econômica de destaque na coleta de pescado, com exportação destes para demais partes do mediterrâneo (ALMEIDA, 2005). A predominância de tal atividade gerou a necessidade de grandes quantidades de sal para conservar o produto durante a viagem. Dentro desse contexto, o material era explorado em salinas e fozes nas quais as marés permitissem a formação de poças de água do mar.

Na idade média, em Portugal, a exploração de sal em salinas e jazidas de sal-gema perdurou como atividade econômica valiosa. Estas áreas pertenciam principalmente ao Estado e à Igreja, com exploração destas feitas sob um esquema de arrendamento (GOMES, 1996). Para receber a permissão de exploração de sal nas terras reais era necessário ter um contato próximo com o rei, sendo uma das formas de obtenção de renda da nobreza. Por volta do século VIII, com o desenvolvimento da tecnologia da fabricação do papel (descoberta chinesa difundida pelos mouros que ocuparam a região ibérica), o sal passa a ter um novo uso, alvejar as folhas. Então, surgem as fábricas de papel na região, com o sal deixando de ser um produto com fins exclusivos à alimentação (GOMES, 1996).

Com a colonização do Brasil, Portugal encontrou para si mais um mercado consumidor para seu sal. Desde 1607, era conhecida a existência de piscinas naturais favoráveis à construção de salinas na região onde hoje é o Rio Grande do Norte. Tal conhecimento despertou o interesse de espiões holandeses que, em 1631, promoveram missões de reconhecimento da área com ajuda de populações indígenas inimigas dos portugueses (COSTA; SILVA et al., 2013).

Dez anos após essas missões, os holandeses estabeleceram entrepostos na região com fins de exploração das salinas naturais que haviam por lá, além de cultivar cana de açúcar, estabelecendo estradas e infraestrutura que permitisse tais atividades. Com a expulsão dos holandeses da costa nordeste do Brasil em 1654, os colonos portugueses tomaram conta dessas

áreas para exploração de sal. Durante essa época, Portugal mantinha o monopólio sobre a exploração de sal, legalmente não era possível produzir tal recurso em terras brasileiras, sendo necessária a importação. Mas de fato, colonos após a expulsão dos holandeses utilizaram a infraestrutura de exploração de sal, o que deu a eles uma certa autonomia. Não precisando mais da importação do sal português, viram-se capazes de lucrar vendendo charque para regiões mais distantes da colônia, salgando a carne com a matéria prima extraída no território nacional, infringindo o monopólio imposto pelo pacto colonial (COSTA; SILVA et al., 2013).

À medida que se ampliou a produção de charque e produtos similares, a demanda pelo sal na colônia aumentou. Segundo Costa, Silva e colaboradores (2013, p. 25):

Essas demandas em vários pontos da colônia levaram os primeiros colonizadores a construir pequenas salinas em alguns locais da costa do que hoje corresponde ao Nordeste de modo que esta demanda pudesse ser suprida, mas a produção salineira continuou a ser insuficiente para suprir uma demanda vertiginosamente crescente.

Dessa forma, foi necessário o desenvolvimento de tecnologias que permitissem a construção de piscinas de evaporação ao longo da costa nordestina. Tais tecnologias como moinhos permitiam o bombeamento de água do mar para salinas localizadas em terras mais altas. Com isso, a exploração de sal pôde ser feita fora de estuários e piscinas naturais.

Essa expansão da indústria salina ocorreu em um tempo no qual a exploração de sal continuava sendo realizada ilegalmente, fora do pacto colonial estabelecido pela coroa portuguesa. A legalização de tal atividade só ocorreu em 1802, com o bloqueio continental promovido por Napoleão Bonaparte no ano anterior (COSTA; SILVA et al., 2013).

Com a chegada da família real portuguesa em 1808, houve uma nova expansão do setor salineiro com liberação de incentivos à produção para fins de consumo humano e animal. Tais incentivos aumentaram em 1886, com medidas protecionistas (COSTA; SILVA et al., 2013).

Já, na República Velha, a exploração de sal passou a ser feita em regimes de concessão, sendo a principal beneficiária, a Companhia Nacional de Salinas Mossoró-Açu (CNS), que detinha direitos de exploração sobre as principais áreas salineiras no Rio Grande do Norte. A CNS possuía grande apoio dentro da esfera Federal, o que levou a sua expansão vertiginosa, comprando diversas salinas na região. Além disso, seu poder de lobby dentro da União era grande o suficiente para estabelecer taxas que aumentassem o valor do sal (COSTA; SILVA et al., 2013).

Devido a tensões entre oligarquias locais e as do Sudeste, a força da CNS no governo foi se deteriorando, até perder a concessão em 1920. Isso ocasionou na fragmentação do monopólio, a exploração foi repartida entre oligarcas fluminenses e paulistas.

Em 1941, o Conselho Nacional do Petróleo (CNP) realizando sondagens em busca de petróleo, na lagoa do Mundaú, Maceió – AL., encontrou um depósito de sal em sua forma mineral, a chamada sal-gema, a cerca de 2.000 metros de profundidade. Mas o CNP não tinha interesse pela exploração de sal da área. Já, em 1966, o empresário baiano Everaldo Freire de Carvalho Luz recebe uma concessão para o uso da área, após estudos geológicos ele começa a extração do minério. Na região foi construída uma planta de produção de etileno e polietileno utilizando o hidróxido de sódio obtido pela eletrólise do sal-gema obtido (TICIANELI, 2015).

Segundo levantamento do British Geological Survey - BGS (2019) a produção mundial de sal no ano de 2017 foi de 279,3 milhões de toneladas. O Brasil nesse mesmo ano produziu cerca de 7,5 milhões de toneladas; destas 6 milhões provém de salinas e 1,5 milhões da exploração de sal-gema. A maior parte da exploração do sal ainda ocorre na região nordeste, sendo 97% do sal produzido no Brasil proveniente de salinas no RN (COSTA; SILVA et al., 2013).

A exploração de sal-gema, por sua vez, ocorre em maior parte no Espírito Santo, das 21,5 bilhões de toneladas de sal-gema disponíveis em reservas brasileiras, 13,8 bilhões se encontram no ES (DNPM/AL, 2007).

Estimativas apontam que apenas 6% da produção mundial de sal é destinada ao consumo alimentício, um uso minoritário, embora o público em geral considere tal utilidade como principal função do material. Cerca de 68% do NaCl extraído mundialmente tem como destino a indústria química, A presença de cloro e sódio no sal o tornam a principal fonte de matéria prima da indústria cloro-álcali, diretamente associando sua extração à produção industrial de gás cloro (Cl_2) e de hidróxido de sódio (NaOH) (EUSALT, 2016). Devido a utilidade destas substâncias como reagentes industriais, é possível associar a produção de sal como precursora da manufatura de mais de 14.000 produtos, como plásticos polietileno (a produção de etileno tem em uma de suas etapas o uso do hidróxido de sódio como reagente para separação de subprodutos das reações envolvidas), desinfetantes (hipoclorito de sódio e gás cloro), e papel (NaOH é utilizado como alvejante) (MELO; CARVALHO; PINTO, 2008).

Cabe também apresentar informações sobre as diferenças entre os métodos de extração deste material para compor o material didático a ser produzido sobre a temática sal-gema.

Como as Salinas Funcionam

Como a maioria do sal produzido no Brasil é proveniente da exploração de salina faz com que nossa população associe diretamente o sal como algo que vem do mar, nas chamadas salinas solares.

Segundo Baas-Becking (1931), a extração de sal por meio de salinas não passou por grande modificação desde a construção das primeiras salinas Chinesas datadas de 2.500 A.C. Essas estruturas a céu aberto são construídas próximas a grandes corpos de água salgada como mares ou lagos. Água salgada é captada por maré ou por bombeamento e depositada em piscinas rasas. Após preenchimento, a água é deixada em repouso, exposta ao sol, o que permite sua evaporação.

À medida que a água evapora, em um processo que pode durar meses, a concentração de sal aumenta, eventualmente atingindo a saturação. A partir deste momento, observa-se a formação de cristais de sal na água. Então, o sal é removido com ferramentas para armazenagem e posterior refino e empacotamento.

Um fator limitante deste método de extração é o clima, devido a essa extração de sal ocorrer ao ar livre. Por isso, a temperatura e a umidade do ar influenciam na eficiência do processo de evaporação da água, dificultando o processo em estações de baixa incidência de luz solar ou épocas nas quais frentes úmidas atingem a região onde a salina está instalada.

Outra limitação desta estrutura de piscina única é incapacidade de separação de cristais de outras substâncias. À medida que a água evapora, sais como carbonato de cálcio e sulfato de cálcio se precipitam, dificultando a obtenção de NaCl puro (OREN, 2009).

Para evitar a mistura com esses outros sais, é possível utilizar um sistema de evaporação gradual. Nele piscinas de diferentes profundidades são construídas. Água é transferida inicialmente para o reservatório mais profundo e exposta ao sol para evaporação pelo período de alguns dias ou semanas. Após atingir um certo volume, a água é transferida para um reservatório mais raso e o ciclo se repete. Dessa forma, ao longo do sistema temos salmouras distribuídas em um gradiente de concentração dos sais. Dentro desta estrutura é possível determinar em qual piscina cada sal precipita, permitindo assim separar estas substâncias até obter o NaCl comercializável (OREN, 2009).

Tal método de extração, por ser condicionado pela existência de grandes corpos de água salgada, não é utilizado por todos os países do mundo. Em regiões distantes do litoral e de lagos, o sal é extraído via mineração do chamado sal-gema, a qual discutiremos a seguir.

Como o Sal-gema é minerado

O sal-gema é o nome coloquial dado às rochas que contém o mineral halita, cujo o constituinte majoritário é o cloreto de sódio - NaCl. Seus cristais são cúbicos e tendem à cor branca quando puros, a presença de impurezas na rocha gera variação de cores que podem ser tons roxos, amarelos ou rosáceos (MELO; CARVALHO; PINTO, 2008).

Convencionalmente, tanto o sal retirado de salinas como o sal retirado de jazidas de halita passam por processos de purificação e refino para retirada de outras substâncias e uniformização do tamanho dos grãos (MELO; CARVALHO; PINTO, 2008). Recentemente, tem-se observado a moda dos “sais integrais” especialmente o chamado “sal rosa do Himalaia” (cuja cor se dá pela presença de sulfato de cálcio, sulfato de ferro, sílicas e carbonatos encontrados na cordilheira). Tais sais não passaram por processos de purificação mantendo sua composição e suas impurezas e são predominantemente utilizados para alimentação. Ainda que bastante em voga às pessoas com condição financeira para obtê-lo, afinal o sal rosa apresenta valores de mercado mais elevados, não foram realizados estudos suficientes para comprovar ou desmentir os supostos benefícios desses sais quando comparados aos refinados (RENKE, 2017).

Na natureza, as jazidas de halita são observadas em duas formas: evaporação de bacias (lagos), e em depósitos de rocha sedimentar. O primeiro exemplo recebe o nome de evaporito e é similar ao sal obtido em salinas, com a precipitação de sais dissolvidos em água salina. Já o segundo caso ocorre quando depósito de evaporito é coberto com camadas de sedimentos de outras rochas como calcário gerando depósitos subterrâneos. Segundo Melo, Carvalho e Pinto (2008, p. 559), “alguns depósitos atingem algumas centenas de metros de espessura, cobrindo áreas de extensão quilométricas (...)”.

A pressão exercida pelas camadas superiores pode resultar no deslocamento da halita que passa a fluir formando domos, como uma protuberância que se assemelha a um cogumelo, de sal que podem chegar a diâmetros de até seis km, esse processo de ascensão gera uma jazida mais próxima do solo, o que permite sua mineração (MELO; CARVALHO; PINTO, 2008).

A mineração das jazidas subterrâneas de halita pode ocorrer de duas formas, pelo método convencional e por diluição. No método convencional, uma reserva próxima a superfície é escavada, partindo a rocha por trabalhadores manipulando ferramentas manuais ou máquinas de escavação. Os blocos e fragmentos da halita são retirados das paredes dos túneis e levados para tratamento na superfície (MELO; CARVALHO; PINTO, 2008).

O método por diluição é empregado em casos nos quais a reserva de sal-gema está localizada em camadas muito profundas, o que impossibilita o acesso de pessoas. Um poço vertical é perfurado, tal perfuração pode ser feita tanto diretamente sobre a jazida ou seguindo uma rota diagonal, para desviar de rochas mais duras. Quando a broca encontra o sal-gema, o poço está pronto. Um cano é então inserido até chegar no depósito, tal cano possui duas paredes, uma interna e outra externa, formando dois tubos concêntricos. Água é bombeada pelo tubo interno, que dissolve o sal na reserva formando uma salmoura. Esta salmoura flui pelo cano externo até a superfície onde é purificada em fornos. (MELO; CARVALHO; PINTO, 2008)

Ambos os processos são realizados até que haja a exaustão do sal-gema na reserva. A mina é então abandonada, tornando-se um vão na terra. Tal vão compromete a estabilidade do solo acima, podendo gerar deslizamentos de terra e danos a áreas habitadas (BRASIL, 2019).

Considerando tais aspectos que envolvem a produção de sal, podemos utilizar tais informações para a elaboração de nossa proposta de júri simulado.

CAPÍTULO 2 – A ELABORAÇÃO

Ao estudar sobre o sal, em particular o sal-gema, percebi o quão rico era o tema para uso didático. Seus usos e relações CTS apresentavam uma abrangente possibilidade de conteúdos e discussões. A problemática central foi sobre os impactos da mineração por diluição e tomou a dinâmica do júri simulado proposto.

Um júri simulado não é um recurso que pode ser executado de uma forma repentina, algo que o professor decide fazer no calor do momento. É uma atividade estruturada que requer um grau de continuidade necessitando de momentos distintos de apresentação das instruções e do caso, distribuição de papéis, encontros para construção de argumentos, pesquisas em sala e em casa e a execução do julgamento em si.

Portanto, a atividade demanda planejamento que perpassa na decisão de todos esses aspectos. Considerando que o júri simulado tem um aspecto temático, o caso que serve como motivador precisa ser elaborado com cuidado. A partir dessa construção, o professor pode preparar os materiais e cronogramas.

O Caso

O ponto de partida desta proposta de júri simulado terá um contexto semelhante ao do bairro do Pinheiros em Maceió - AL, em que as casas e a rua apresentaram falhas em suas estruturas devido à exploração de sal-gema nas proximidades (MADEIRO, 2018; BRASIL, 2019)

Essa problemática dos danos às casas será contextualizada dentro de uma cidade fictícia, chamada São José da Halita Quebrada. Tal como Maceió, essa cidade possui um polo industrial de produção de policloreto de vinila (PVC) ligada à exploração de sal-gema em uma reserva da região.

Surgiram rachaduras em casas dessa cidade fictícia, e uma destas caiu. Investigações preliminares apontaram duas causas possíveis:

- a) falhas no sistema de água e esgoto da cidade devido a deterioração dos canos;
- b) processos de deslocamento do solo devido à mineração de sal-gema.

As famílias afetadas por este desastre começaram o processo de evacuação. Devido aos custos relacionados a esta mudança elas decidiram entrar na justiça para receber os auxílios e indenizações. O prefeito da cidade acionou o ministério público (MP) da região, abrindo

processo contra a empresa responsável pela exploração de sal-gema, acusando-a de causar o desabamento e cobrando ressarcimento financeiro para as vítimas.

O julgamento tem como objetivo determinar se a mineração do sal-gema foi responsável pelos danos às casas dessa cidade fictícia.

Os Papéis

Considerando o caso descrito anteriormente, os papéis dados aos alunos poderiam ser definidos na seguinte forma:

- **Acusação:** promotores representando o MP, seu objetivo é demonstrar que a exploração de sal-gema promovida pela empresa causou os danos.
- **Defesa:** advogados contratados pela empresa, seu objetivo é mostrar que a empresa não tem responsabilidade pelos danos.
- **Júri:** determinar o veredito do caso.

Vale ressaltar que escolhemos não utilizar testemunhas, pois o plano de aula sugerido não previa tempo suficiente.

Os Materiais

Para a construção desta proposta de júri simulado, serão elaborados textos para distribuição aos alunos. Tais textos contextualizariam a cidade fictícia, fornecendo mapas e dados, de forma que estudantes possam organizar e encaminhar seus argumentos.

Tais textos podem ser divididos em dois grandes grupos.

- Materiais de uso geral
- Materiais de uso específico

O material de uso geral teria como intenção o estabelecimento do contexto básico da problemática.

- Texto de apresentação da problemática em formato de matéria jornalística (Apêndice 1).
- Laudo preliminar que culpa tanto o sistema de abastecimento como a exploração de sal-gema (Apêndice 2).
- Mapa da rede de distribuição de água e esgoto da cidade fictícia.
- Mapa da região declarada como área de risco.

Os materiais de uso específico teriam em sua elaboração uma visão mais parcial do tema. Eles serviriam como apoio para os grupos de acusação e defesa construírem seus argumentos. Todos os alunos teriam acesso a todos os materiais para possibilitar também a construção de contra-argumentos.

Material de apoio da defesa:

- Relatório (encomendado pela empresa) atestando má qualidade na tubulação da região (Apêndice 3).

Material de apoio da promotoria:

- Laudos geológicos sobre a reserva de sal-gema (Apêndice 4).

A seguir serão realizadas descrições mais aprofundadas dos textos.

CAPÍTULO 3 – UTILIZAÇÃO DOS MATERIAIS ELABORADOS

Matéria Jornalística

A matéria jornalística (Apêndice 1) relata o desmoronamento de uma casa no bairro Ladeira do Botega, na cidade fictícia de São José da Halita Quebrada, expondo também o contexto dos danos observados nas estruturas da região antes do desabamento.

A leitura deste texto apresenta os personagens que motivam o caso:

- Neide da Conceição, proprietária da casa que desabou;
- Diogo Pinheiros, Presidente da associação de moradores (A.M.A.R.);
- Roberto Barcarena, Prefeito da cidade que acionou o MP;
- Eustácio Oliveira, Presidente da Odessa Ltda. que explora a jazida de sal-gema.

O texto também descreve brevemente as hipóteses investigadas sobre o que causou tais danos ao bairro, que apontariam responsabilidade da Odessa Ltda. e da própria prefeitura.

A função deste texto é introduzir os alunos à proposta de júri simulado. Dentro de uma sequência didática ele seria lido na primeira aula da atividade. Após a leitura, o professor perguntaria aos alunos como eles se posicionariam quanto ao caso. A pergunta adequada para esse momento é “quem seria o responsável pelos danos?”, escrevendo no quadro as opções, “empresa”, “prefeitura” e “não sei”. É importante o professor pedir para os alunos justificarem suas posições, mesmo que estas não estejam muito embasadas nesse momento elas indicaram afinidade com um dos pontos de vista apresentados.

Após os alunos apontarem suas opiniões iniciais, o professor começaria a descrever que a população do bairro fictício começa a fazer pressão por indenizações.

Então, o professor encerra explicando que a tarefa dos alunos será simular esse julgamento, os grupos serão divididos com base nas respostas da pergunta sobre a responsabilidade dos danos.

O professor agendaria uma data para os grupos de acusação e defesa debaterem se a empresa é responsável ou não pela culpabilidade da empresa, com a decisão cabendo ao grupo

do júri. Os alunos que defenderem que a empresa foi a culpada fariam, preferencialmente, parte do grupo da acusação; já, os alunos que defenderem que a culpa da situação é da prefeitura, preferencialmente, formariam o grupo da defesa e, por fim, os alunos que não se posicionassem objetivamente, comporiam o júri.

Idealmente, sugere-se que esses grupos tenham, aproximadamente, a mesma quantidade de estudantes, mas no caso do predomínio de uma das respostas o professor pode estabelecer um critério próprio para equilibrar o número de integrantes nos grupos fazer ajustes.

Terminada a definição dos grupos, encerra-se o uso do texto jornalístico

Laudo Preliminar

O laudo preliminar (Apêndice 2) apresenta os danos observados no bairro, mostrando imagens das rachaduras, relatos informações coletadas por um estudo de campo, além de mapas demonstrando a área afetada e a jazida de sal-gema. Este texto trabalha o contexto do caso, explicando a origem das hipóteses a serem discutidas, não se aprofundando nas provas delas.

A aplicação deste material é feita posteriormente à divisão dos grupos e sua leitura seria realizada em rodas separadas, para que cada equipe discuta os pontos pertinentes. Neste momento o professor poderia acompanhar os grupos auxiliando nas dúvidas sobre o material e na atividade em si.

Materiais de apoio

Os materiais de apoio da defesa (apêndice 3) e da acusação (apêndice 4) são textos elaborados com a função de embasar os argumentos de cada um dos grupos, são estudos mais aprofundados das hipóteses apresentadas no laudo.

O texto da defesa discute a rede de abastecimento de água da cidade, relatando danos na tubulação que poderiam ter promovido a erosão do solo resultando na instabilidade das construções. O material é composto com mapas da rede de tubulação permitindo que os alunos contrastem as informações com a área de risco apresentada no laudo preliminar. Já, o texto da acusação, possui um breve estudo da integridade do solo acima da jazida de sal-gema apontando deslocamentos na rocha provocados pela mineração.

A leitura destes textos ocorreria na aula seguinte a da leitura do laudo preliminar. Tal aula seria dividida em duas etapas: 1ª) os grupos de acusação e defesa receberiam os textos

(apêndices 3 e 4) que defendem suas respectivas posições para discutirem entre si a estruturação de seus argumentos e 2ª) grupos receberiam o texto da equipe oposta, para trabalharem na elaboração de contra argumentos.

O grupo do júri não receberia esses textos, nesta aula estariam organizando critérios para a análise dos argumentos do julgamento que dessem suporte ao veredito.

Seria oportuno incentivar que os alunos ampliem a pesquisa sobre os métodos de extração de sal-gema, os problemas de tubulações inadequadas e o impacto de ambos no meio ambiente e na infraestrutura das cidades.

Mapas

Durante a elaboração do material apresentado neste trabalho foi confeccionado um mapa (apêndice 5.a) da cidade fictícia em questão. Para a construção deste foi utilizado a versão gratuita do programa *Cityographer* (Wetzel, 2016). Em seguida, novas versões do mapa (apêndices 5.b a 5.f) foram criadas com a versão gratuita do editor de imagem *GIMP* (Kimball et al., 2019).

Tais mapas tem como função de apresentar de forma gráfica as informações presentes nos textos permitindo que os alunos comparem as observações relatadas com o contexto do bairro. Por tanto, aconselha-se que o professor distribua cópias dos mapas durante a leitura dos materiais de apoio. Com exceção do Apêndice 5.^a, todos os mapas estão disponíveis nos textos previamente discutidos, porém a disponibilização dos mapas como papel avulso pode promover melhor manuseio e compreensão.

Diferente dos textos de apoio, sugerimos que os mapas sejam distribuídos para a equipe do júri para que possam compreender o contexto do caso.

CAPÍTULO 4 - ORGANIZAÇÃO DA PROPOSTA EM UM PLANO DE ENSINO

A partir das discussões anteriores, foi elaborada uma sugestão de plano de ensino para conduzir essa prática em sala de aula. Esse plano foi pensado para alunos do terceiro ano do Ensino Médio, com as orientações educacionais do Distrito Federal e para aulas de 45 minutos. Dessa forma, o plano foi estruturado para sete aulas com um total de 315 minutos conforme consta a seguir.

Número da aula: **01**; Tempo de duração da aula: **45 min**

OBJETIVOS

Objetivo(s) da aula: Utilizar a leitura de texto para apresentar o contexto da questão CTS. Identificar os posicionamentos dos alunos para dividi-los em grupos e estruturar a atividade de júri simulado.

Objetivo(s) de ensino: Compreender que o sal pode ser obtido por mineração. Conhecer os possíveis impactos das atividades humanas sobre o ambiente.

ESTRATÉGIA(S) DE ENSINO E RECURSO(S) DIDÁTICO(S)

Aula discursiva, textos da matéria jornalística (apêndice 1) e laudo preliminar (apêndice 2). Quadro.

SEQUÊNCIA DE EVENTOS

Evento 1- O professor distribui o texto para os alunos e juntos realizam uma leitura dinâmica do material.

Evento 2- Discussão do conteúdo do texto.

Professor conversa com os alunos discutindo os aspectos apresentados no texto perguntando a eles sobre sua posição quanto à pergunta de quem seria responsável pelos danos, anotando no quadro as colocações dos alunos.

Evento 3- Descrição da atividade a ser realizada.

O professor descreve o seguinte cenário

“O presidente da associação de moradores assim como as outras famílias afetadas começam a exercer mais e mais pressão sob a prefeitura sobre realocações. O prefeito, tendo consciência dos gastos que isso geraria, entra com uma ação pelo Ministério Público da região obrigando a Odessa Ltda. a pagar indenizações aos moradores, tendo como base as investigações preliminares. Um julgamento foi agendado, e vocês irão simulá-lo”.

Então, o professor estabelece que os alunos serão divididos em júri acusação e defesa baseados nas respostas dadas na discussão. Os grupos terão esta e mais duas aulas para se prepararem e simularão um julgamento na quarta aula desta sequência. Grupos de acusação e defesa tomarão os lados da prefeitura e empresa respectivamente e o júri decidirá como determinar quem ganhou o debate, apresentando um veredito por escrito no final da atividade.

Evento 4- Divisão dos grupos e leitura do laudo preliminar

Os grupos de alunos formados de acordo com seus posicionamentos farão a leitura do laudo preliminar pertinente.

AVALIAÇÃO:

Apontamentos feitos durante a discussão.

SÍNTESE DOS EVENTOS:

Evento	Desenvolvimento	Tempo previsto
1	Distribuição do texto e leitura	5 min
2	Discussão do texto	15 min
3	Descrição da atividade de júri simulado	10 min
4	Divisão dos grupos	15 min

Número da aula: **02**; Tempo de duração da aula: **45 min**

OBJETIVOS

Objetivo(s) da aula: Cada grupo ler e discutir o respectivo material de apoio.

Objetivo(s) de ensino: Perceber a não neutralidade da ciência, as controvérsias envolvendo a extração de sal-gema

ESTRATÉGIA(S) DE ENSINO E RECURSO(S) DIDÁTICO(S)

Aula discursiva, atividade em grupo materiais de apoio da defesa e da acusação (apêndices 3 e 4) mapas (apêndices 5.a a 5.f).

SEQUÊNCIA DE EVENTOS:

Evento 1- Leitura do próprio material de apoio

O professor distribui os materiais de apoio e os mapas para que os grupos comecem a trabalhar os próprios argumentos. Nesse momento, o grupo do júri recebe apenas os mapas, nesta aula estabelecerão as regras do julgamento assim como definir seus critérios de avaliação. As regras estabelecidas devem incluir o número de falas que acusação e defesa teriam assim como a duração destas, sendo que a organização deve incluir no mínimo duas falas para cada grupo.

Evento 2- Leitura do material de apoio do grupo oposto

Nesse momento o professor distribui para os grupos de acusação e defesa os textos que não receberam, permitindo assim que os grupos construam contra-argumentos.

Ao longo dos eventos 1 e 2, o professor passa ao longo dos grupos acompanhando o progresso nos trabalhos.

Evento 3- Grupo do júri descreve as regras que estabeleceu

Júri descreve para turma como conduzirão o julgamento. Após tal descrição o professor propõe pesquisa para casa para próxima aula. Os alunos (incluindo o grupo do júri) devem pesquisar: como são os métodos de extração de sal e sal-gema e, no Brasil, como obtêm-se sal e de onde são suas fontes.

AVALIAÇÃO

Pesquisa para casa sobre a mineração de sal e observação da participação em grupo.

SÍNTESE DOS EVENTOS

Evento	Desenvolvimento	Tempo previsto
1	Leitura do próprio material de apoio	20 min
2	Leitura do material de apoio do grupo oposto	20 min
3	Grupo do júri descreve as regras que estabeleceu.	5 min

Número da aula: **03**; Tempo de duração da aula: **45 min**

OBJETIVOS

Objetivo(s) da aula: Discutir os resultados da pesquisa solicitada na aula anterior.

Objetivo(s) de ensino: Reconhecer a mineração de sal-gema como atividade que acontece no solo brasileiro. Associar tal atividade ao conhecimento de soluções.

ESTRATÉGIA(S) DE ENSINO E RECURSO(S) DIDÁTICO(S)

Aula dialógica

SEQUÊNCIA DE EVENTOS

Evento 1- Discussão das pesquisas

Professor recolhe as pesquisas passadas para casa na aula anterior e questiona sobre o funcionamento da mineração de sal-gema. O professor aborda as informações trazidas pelos estudantes relacionando com conteúdos químicos como de soluções, a formação da solução saturada de salmoura no poço, os processos físicos utilizados pela indústria para purificar por recristalização a salmoura até a obtenção de produtos como NaCl e KCl.

O professor encerra a aula propondo pesquisa para casa para próxima aula. Os alunos precisam trazer notícias sobre casos onde o vazamento de canos causou erosão e danos a ruas e construções.

AVALIAÇÃO

Observação das apresentações argumentativas sobre a pesquisa, pesquisa para casa sobre danos provocados pela erosão de canos.

SÍNTESE DOS EVENTOS

Evento	Desenvolvimento	Tempo previsto
1	Discussão das pesquisas	45 min

Número da aula: **04**; Tempo de duração da aula: **45 min**

OBJETIVOS

Objetivo(s) da aula: Finalizar as preparações para o julgamento. Discutir os resultados da pesquisa solicitada na aula anterior.

Objetivo(s) de ensino: Reconhecer vazamentos em sistemas de abastecimento de água como provável causa para erosão. Associar esses vazamentos com a ausência de manutenção ao fenômeno químico de corrosão.

ESTRATÉGIA(S) DE ENSINO E RECURSO(S) DIDÁTICO(S)

Aula dialógica, atividade em grupos, utilização dos apêndices 2, 3, 4 e 5.

SEQUÊNCIA DE EVENTOS

Evento 1- Coleta das pesquisas

Professor recolhe as pesquisas passadas para casa na aula anterior e questiona sobre as notícias sobre vazamentos de cano que causaram a erosão do solo. funcionamento da mineração de sal-gema. O professor aborda as informações trazidas pelos estudantes relacionando-os com conteúdos químicos como de óxido-redução estabelecendo como canos podem ser danificados ao longo dos anos.

Evento 2- Conclusão da construção dos argumentos

Os grupos de acusação e defesa se sentam para terminar os últimos detalhes de sua argumentação determinando também quais alunos devem representá-los. O grupo do júri pode nesse momento ler os dois textos ao qual não teve acesso.

O professor passa ao longo dos grupos esclarecendo as últimas dúvidas.

AVALIAÇÃO

Observação das apresentações argumentativas sobre a pesquisa

SÍNTESE DOS EVENTOS

Evento	Desenvolvimento	Tempo previsto
1	Coleta das pesquisas	20 min
2	Conclusão da construção dos argumentos	25 min

Número da aula: **05**; Tempo de duração da aula: **45 min**

OBJETIVOS

Objetivo(s) da aula: Estruturar e desenvolver o júri simulado.

Objetivo(s) de ensino: Observar a não neutralidade da ciência, perceber os possíveis impactos da extração de sal-gema.

ESTRATÉGIA(S) DE ENSINO E RECURSO(S) DIDÁTICO(S).

Júri simulado

SEQUÊNCIA DE EVENTOS:

Evento 1- Execução do júri simulado.

Os grupos apresentam a atividade conforme a organização estabelecida.

Cinco minutos antes do final da aula o professor pede aos alunos que escrevam um registro em primeira pessoa sobre esta primeira etapa da execução do júri.

AVALIAÇÃO

Registro do primeiro dia de júri

SÍNTESE DOS EVENTOS

Evento	Desenvolvimento	Tempo previsto
1	Execução do júri simulado	45 min

Número da aula: **06**; Tempo de duração da aula: **45 min**

OBJETIVOS

Objetivo(s) da aula: Finalizar o júri simulado.

Objetivo(s) de ensino: Observar a não neutralidade da ciência, perceber os possíveis impactos da extração de sal-gema.

ESTRATÉGIA(S) DE ENSINO E RECURSO(S) DIDÁTICO(S).

Júri simulado

SEQUÊNCIA DE EVENTOS:

Evento 1- Continuação e encerramento do júri simulado.

O debate do júri simulado continua, cada grupo tendo direito de fazer seus últimos argumentos e fechamentos.

Após o fim dos debates, o professor leva o grupo do júri para fora da sala para que este discuta a elaboração do veredito,

Evento 2- Elaboração do veredito e escrita dos registros da atividade

O grupo do júri discute entre si o veredito, determinando se a empresa é responsável ou não pelos danos no bairro. O veredito será lido na aula seguinte

O professor pede aos demais alunos que escrevam um registro avaliando este segundo dia de apresentações. Nesse registro eles devem também descrever qual era a posição deles sobre o caso durante a leitura da matéria jornalística e qual é a posição atual depois dos debates, observando mudanças sobre a opinião, e por que estas ocorreram. A tarefa deve ser entregue no final da aula.

AVALIAÇÃO

Registro do segundo dia de júri.

SÍNTESE DOS EVENTOS

Evento	Desenvolvimento	Tempo previsto
1	Execução do júri simulado	30 min
2	Elaboração do veredito e escrita dos registros da atividade	15 min

Número da aula: **07**; Tempo de duração da aula: **45 min**

OBJETIVOS

Objetivo(s) da aula: Leitura do veredito, avaliação da atividade como um todo

Objetivo(s) de ensino: Observar a não neutralidade da ciência, perceber os possíveis impactos da extração de sal-gema. Perceber como os argumentos foram construídos.

ESTRATÉGIA(S) DE ENSINO E RECURSO(S) DIDÁTICO(S).

Aula dialógica

SEQUÊNCIA DE EVENTOS:

Evento 1- Leitura do veredito.

O grupo do júri lê o veredito determinado por eles.

Evento 2- Avaliação do processo

O professor pergunta aos alunos o que eles acharam da atividade como um todo, desde a leitura do primeiro texto até o debate, avaliando o processo. Nesse momento ele pode ressaltar as questões envolvidas no caso, os interesses por trás destes e como os argumentos foram construídos. Discutindo as mudanças de posição relatadas por alguns alunos se possível.

AVALIAÇÃO

Registro do segundo dia de júri.

SÍNTESE DOS EVENTOS

Evento	Desenvolvimento	Tempo previsto
1	Leitura do veredito	10 min
2	Avaliação do processo	35 min

As controvérsias CTS já transitam na vida de todos os brasileiros e, por isso, são tão relevantes em sua abordagem. Temas abordados ao longo do trabalho, como as catástrofes em MG, maior ou menor profundidade, com mediações adequadas, pode ser adequada para todos os níveis do Ensino Médio.

Durante o processo, o professor acompanha e fornece suporte para os alunos na leitura dos materiais, na articulação de suas ideias e estruturação de seus argumentos. O acompanhamento é importante pois possibilita que todos os alunos se posicionem na discussão e exercitem seu poder argumentativo. Dessa forma, favorecendo o amplo engajamento por parte dos alunos.

O professor, porém, precisa estar preparado, conhecer profundamente o tema e assuntos correlatos. O envolvimento de questões que estão normalmente fora de sua área de domínio, como geologia, pode gerar dúvidas tanto no aluno como no professor. As bibliografias sugeridas (Apêndice 6) pretendem discutir dados relativos à exploração de sal-gema em seu aspecto geológico, como é minerada e purificada permitindo ao docente um melhor preparo para as dúvidas levantadas pelos alunos, tais textos devem ser lidos pelo professor como forma

de prepara-lo para a atividade. Uma outra sugestão é formar uma parceria com professores de outras disciplinas, como geografia, e ampliar as inter-relações educacionais, ampliando as possibilidades de ensino.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de atividade pedagógica e materiais apresentados neste trabalho pretendeu discutir uma forma de extração do sal que é pouco falada em salas brasileiras, muito provavelmente devido a ausência de referenciais bibliográfico. No cenário criado é possível discutir aspectos da exploração dessa substância sob uma ótica de não neutralidade da ciência, permitindo aos alunos refletirem entre si as relações existentes nesse processo. Dessa forma, propusemos uma abordagem dos conteúdos da disciplina de química e assuntos correlatos com a preocupação da formação de jovens que saibam analisar os dados, discutir adequadamente, posicionar-se criticamente e, principalmente, saibam usar seus conhecimentos para atuarem na sociedade.

Os temas abordados nessa proposta permitem trabalhos interdisciplinares com professores de geografia, pois são abordadas questões de erosão solo, mineração e rocha o que permitiria uma melhor construção dos conhecimentos envolvidos.

Portanto, o uso de sal-gema como tema de um júri simulado é uma estratégia didática potencialmente valiosa, possibilitando ensinar química de forma que o conhecimento não fique isolado, mas que se integre com a sociedade.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. A. B. **A exploração do sal na costa portuguesa a Norte do Rio Ave: da Antiguidade Clássica à Baixa Idade Média.** I Seminário Internacional sobre o sal português 2004. Porto: Universidade do Porto. Instituto de História Moderna. 2005. p. 139-170.
- ANJOS, M. M.; JUSTI, R. Favorecendo a Discussão de Alguns Aspectos de Natureza da Ciência no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, São paulo, v. 37, n. 1, p. 4-10, julho 2015.
- BAAS-BECKING, L. G. M. Historical Notes on Salt and Salt-Manufacture. **The Scientific Monthly**, New York, v. 32, n. 5, p. 434-446, Maio 1931.
- BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro 1996. **Presidência da República: Casa Civil**, 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em: 2 maio 2019.
- BRASIL. Lei nº 6.150, de 3 de de dezembro 1974. **Presidência da República: Casa Civil**, 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6150.htm>. Acesso em: 14 dezembro 2019.
- BRITISH GEOLOGICAL SURVEY. **World Mineral Production 2013-2017**. British Geological Survey. Keyworth, p. 91. 2019.
- COSTA, D. F. S.; SILVA, A. A.; MEDEIROS, D. H. M.; LUCENA FILHO, M. A.; ROCHA, R. M.; LILLEBO, A. I.; SOARES, A. M.V.M. Uma Breve revisão sobre a evolução histórica da atividade salineira no estado do Rio Grande do Norte (Brasil). **Sociedade e Natureza [online]**, v. 25, n. 1, p. 21-34, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1982-45132013000100003>>.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL/AL. **Sal-gema**. Departamento Nacional de Produção Mineral/AL. Maceió, p. 2. 2008.
- EUROPEAN SALT PRODUCERS' ASSOCIATION. Salt Uses. **EUSalt**, 2016. Disponível em: <<https://eusalt.com/salt-uses>>. Acesso em: 3 junho 2019.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. 25ª. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. 53 p.
- GIRARDI, G. Brumadinho: Perguntas e respostas sobre a tragédia na barragem da Vale. **Estadão**, 2019. Disponível em: <<https://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,brumadinho-perguntas-e-respostas-sobre-a-tragedia-na-barragem-da-vale,70002702200>>. Acesso em: 14 maio 2019.
- GOMES, S. A. NOTAS SOBRE A PRODUÇÃO DE SAL-GEMA E DE PAPEL EM LEIRIA E EM COIMBRA DURANTE A IDADE MÉDIA. **Revista Portuguesa de História**, Coimbra, v. I, n. XXXI, p. 431-447, 1996. ISSN 0870-4147.
- KIMBALL, S. et al. **GIMP: GNU Image Manipulation Program**. Versão 2.10.12. [S. l.], 12 jun. 2019. Disponível em: <https://www.gimp.org/>. Acesso em: 12 jun. 2019.

LIMA, P. Em 2015, rompimento da barragem em Mariana matou 19 pessoas. **R7**, 2019. Disponível em: <<https://noticias.r7.com/brasil/em-2015-rompimento-da-barragem-em-mariana-matou-19-pessoas-25012019>>. Acesso em: 14 maio 2019.

MADEIRO, C. Paredes racham, solo afunda e bairro tenta achar anomalia no solo em Maceió. **UOL**, 2018. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2018/12/11/rachaduras-pinheiro-maceio-alagoas-prefeitura-emergencia.htm>>. Acesso em: 14 maio 2019.

MARRO, C.; BAKHSHALIYEV, V.; SANZ, S. Archaeological investigations on the salt mine of Duzdagi (Nakhchivan, Azerbaijan). **Turkish Academy of Sciences Journal of Archelogy**, Ankara, v. 13, p. 229-244, 2010. ISSN 1301-8566.

MELO, P. R. C.; CARVALHO, R. S.; PINTO, D. C. Halita. In: **CETEM Rochas Minerais Industriais: usos e especificações**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 551-584.

OLIVEIRA, A. S.; SOARES, M. H. F. B. Júri químico: uma atividade lúdica para discutir conceitos químicos. **Química Nova na escola**, São Paulo, v. 21, p. 18-24, Maio 2005.

OREN, A. Saltern evaporation ponds as model systems for the study of primary production processes under hypersaline conditions. **AQUATIC MICROBIAL ECOLOGY**, Ramat Gan, p. 1-12, junho 2009. Disponível em: <https://www.int-res.com/articles/ame_oa/GAP/gapp8.pdf>. Acesso em: 14 junho 2019.

RENKE, G. Mitos e verdades sobre o polêmico sal rosa do Himalaia. **Globo esporte**, 2017. Disponível em: <<https://globoesporte.globo.com/eu-atleta/saude/noticia/mitos-e-verdades-sobre-o-polemico-sal-rosa-do-himalaia.ghtml>>. Acesso em: 18 junho 2019.

SANTOS, W. L. P.; GALIAZZI, M. C.; PINHEIRO FILHO, E. M.; SOUZA, M. L.; PORTUGAL, S. O Enfoque CTS e a Educação Ambiental: Possibilidade de "ambientalização da sala de aula de Ciências. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de Química em Foco**. 1ª. ed. Ijuí: Unijuí, 2010. Cap. 131-157, p. 368.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 1, 2001. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/223>>. Acesso em: 23 abril 2019.

TICIANELI, E. Descoberta de sal-gema em Alagoas foi por acaso. **História de Alagoas**, 2015. Disponível em: <<https://www.historiadealagoas.com.br/descoberta-da-sal-gema-em-alagoas-foi-por-acaso.html>>. Acesso em: 3 junho 2019.

WETZEL, J. **Cityographer**. Versão 1.0.12. [S. l.], 10 fev. 2016. Disponível em: <https://cityographer.com/>. Acesso em: 16 jul. 2019.

APÊNDICES

Apêndice 1- Matéria Jornalística

Queda de casa na Ladeira do Botega aumenta medo e demanda por providências

Casa fazia parte da área de risco decretada no ano passado.

2 dias atrás



Eram dez horas da manhã desta segunda-feira, Neide da Conceição saiu de sua casa em direção ao mercado para fazer a feira da semana como faz habitualmente. Ao chegar na esquina de sua rua ouviu um estrondo. Olhando em direção à origem do som deparou-se com uma cena estarrecedora, sua casa havia literalmente desabado.

A casa da Neide da Conceição era mais uma das dezenas de construções situadas na região sudoeste de São José da Halita Quebrada, na chamada Ladeira do Botega. Em meados do ano passado, a população começou a perceber o surgimento de rachaduras nas paredes e tetos das casas, assim como nas ruas da região. Devido a este cenário, a Defesa Civil do município estabeleceu o bairro como área de risco em dezembro.

O desabamento desta primeira casa aumentou o sentimento de apreensão dos habitantes da região. Diogo Pinheiros, Presidente da Associação de Moradores da Área de Risco (A.M.A.R.) tem a cada dia recebido mais ligações de pessoas solicitando informação sobre a possibilidade de serem realocadas e indenizadas.

“A participação de moradores nas reuniões da associação vem aumentando junto com o aparecimento de mais rachaduras. Pessoas que habitavam a chamada ‘zona amarela’ têm percebido mais e mais os danos. Cada vez mais tenho atendido pais e mães buscando informações sobre como pedir ajuda à prefeitura. Eles não têm mais medo só de perder a casa, mas têm pânico de acordar soterrados” diz Diogo Pinheiros.

Ao ser questionado sobre o futuro das famílias afetadas, o prefeito Roberto Barcarena disse:

“Neste momento, é inevitável a discussão de ações de realocação, mas pedimos que a população halitense seja compreensiva. São cerca de 75 famílias afetadas, isso é um número bastante significativo da população de nossa pequena cidade e não é algo que pode ser feito de um dia para o outro. Além disso, é necessário decidir de onde virá o dinheiro para indenizar essas famílias, preferencialmente gerado por multas das entidades responsáveis por esses danos”.

O que tem causado as rachaduras?

Segundo laudos preliminares da região, existem duas suspeitas sobre o que vem causando as rachaduras.

A primeira suspeita recai sobre as precariedades no sistema de abastecimento de água e esgoto da região. Os canos que cortam a Ladeira do Botega datam dos primeiros projetos de saneamento feitos na cidade. Por causa disso, não é difícil imaginar que tais canos apresentem danos capazes de promover a erosão do solo e, com isso, causar instabilidade dos imóveis acima.

A segunda possível causa apontada é a extração de sal-gema promovida pela Odessa Ltda. A jazida explorada fica 2.000 m abaixo da área de risco e, de acordo com os laudos, a retirada contínua de rochas deste depósito há anos pode ter causado o deslocamento do solo acima. Quando questionado sobre a possível responsabilidade de sua empresa, Eustácio Oliveira disse:

“A Odessa Ltda. é uma parte importante de São José da Halita Quebrada, nossa história está muito ligada ao surgimento da própria cidade e mudanças nos rumos da empresa foram refletidos no município e arredores, como por exemplo o início da produção de PVC nos anos de 1960. Sentimos muito pelas famílias afetadas, mas consideramos um equívoco apontar o dedo para Odessa Ltda. Baseado em relatórios ainda não concluídos, ainda mais considerando que há a possibilidade de outras causas”.

Enquanto não houver o total esclarecimento da(s) possível(is) causa(s) do aparecimento das rachaduras e de quem é a responsabilidade, as famílias afetadas ficam na dúvida se receberão ajuda para mudar de suas residências. Até que esse dia chegue, é possível que vejamos se repetir o desespero de Neide da Conceição.

Notícias relacionadas

MP abre processo contra Odessa Ltda. sobre os danos na Ladeira do Botega | 12h atrás

Departamento geológico conclui primeira etapa dos estudos dos danos na Ladeira do Botega | 2 meses atrás

Defesa civil eleva o de risco da Rua do Rosário para nível vermelho | 2 meses atrás

Apêndice 2- Laudo preliminar dos danos

Breve descrição do município e do bairro Ladeira do Botega

São José da Halita Quebrada é uma cidade litorânea, situada a 200 km de distância da capital do estado, com uma população de 6 mil habitantes. Sua fundação aconteceu em 1803 com a descoberta de reservas de sal-gema em uma caverna da região.

A cidade está localizada na foz do Córrego Botega, numa bacia sedimentar formada durante o processo de separação dos continentes africano e sul-americano.



Figura 1- Mapa topográfico de São José da Halita Quebrada

O bairro Ladeira do Botega está na zona oeste do município, na margem esquerda do Córrego Botega, e possui uma população de 300 habitantes, predominantemente de classe média. É um dos bairros mais antigos da cidade, com ocupação que data de meados do século XIX, além de monumentos históricos como a igreja de Santa Bárbara.

Motivação das investigações

Em julho do ano passado foi relatado o aparecimento de rachaduras em 23 construções na região além de danos semelhantes no asfalto e calçadas (Figuras 2 a 4).

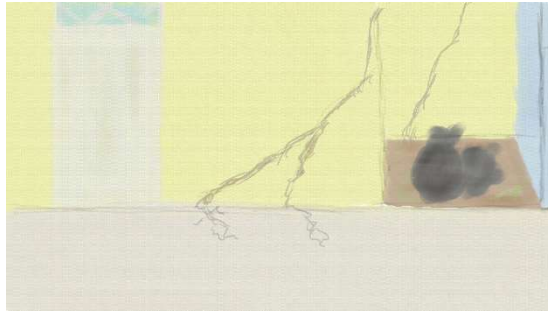


Figura 2- Danos observados em casa na área que margeia o córrego Botega

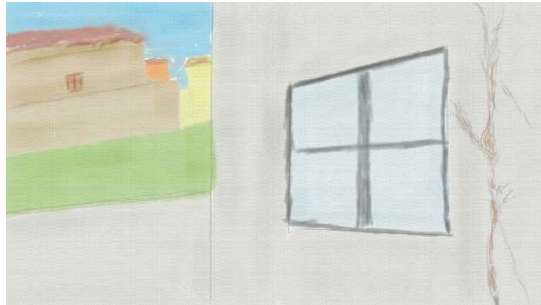


Figura 3- Rachadura em casa próxima a praça da igreja de Santa Bárbara

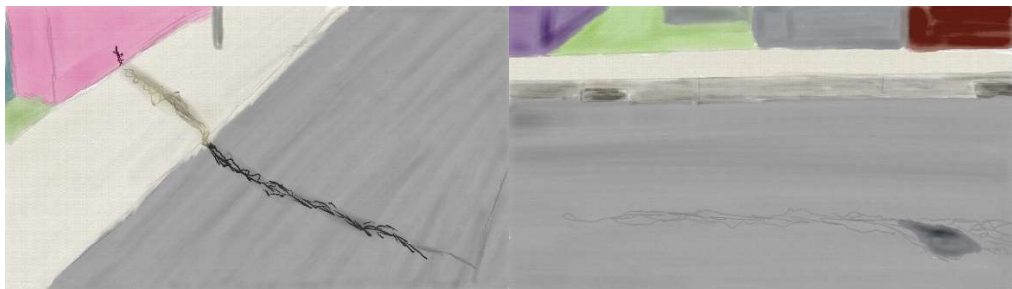


Figura 4 - Rachaduras observadas na rua da feira.

Tais danos fizeram a Defesa Civil de São José da Halita Quebrada mapear as áreas de risco no bairro. Tais áreas foram divididas em baixo risco (amarelo) e alto risco (vermelho) dependendo da extensão dos danos nas propriedades, conforme demonstrado na figura 4.

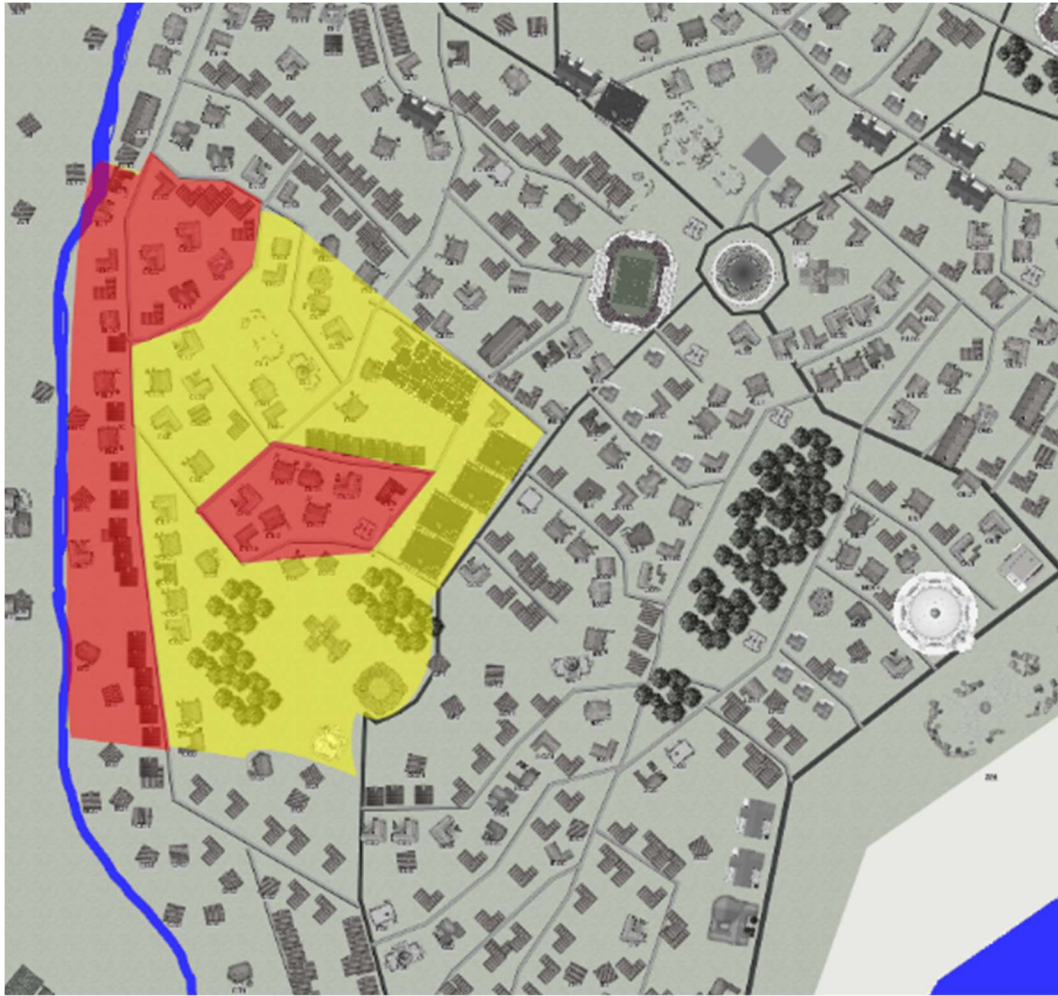


Figura 5- Mapa da área de risco. Zonas em amarelo apresentam risco baixo ou intermediário, áreas em vermelho apresentam risco alto.

Esta investigação foi encomendada para determinar as causas para esses danos, planejar contenção destes e elaborar possibilidades de intervenção e realocação dos habitantes da região.

Investigação em campo

O grupo de trabalho começou as investigações observando e medindo as falhas relatadas nas estruturas da região. Nesse estudo de campo foram confirmadas as observações relativas à frequência de rachaduras que levaram à categorização dos diferentes níveis de risco.

Nestas observações também foi descoberta uma dolina³ na área verde da praça onde está situada a igreja de Santa Bárbara (figura 6). Tal dolina revelava um cano da Companhia Halitense de Saneamento (CHS). O solo no interior da cratera estava peculiarmente úmido, o que gerou um estranhamento considerando que estamos na estação seca. Após uma inspeção mais minuciosa observou-se que avia um vazamento no cano. Este vazamento poderia ter causado a erosão do solo ao redor do cano gerando a cratera. Tal constatação também possibilitou a formação da seguinte hipótese, falhas semelhantes nos canos ocorreram em outros locais do bairro, proporcionando a erosão do solo e com isso a instabilidade de construções. Para testar tal hipótese seria necessário um estudo mais aprofundado do sistema de abastecimento de água e esgoto.

³ Cratera formada pela erosão de terra



Figura 6- Dolina observada na praça da igreja de Santa Bárbara

Investigação das reservas de sal-gema

Considerando o contexto da mineração da cidade, a equipe cogitou a possibilidade da extração de sal-gema estar relacionada com o surgimento dos danos estruturais. A investigação de tal hipótese requer um trabalho mais custoso, mas nossos estudos preliminares de pesquisa bibliográfica mostram que a região afetada está diretamente acima ao depósito de sal-gema como demonstrado na figura 7b.

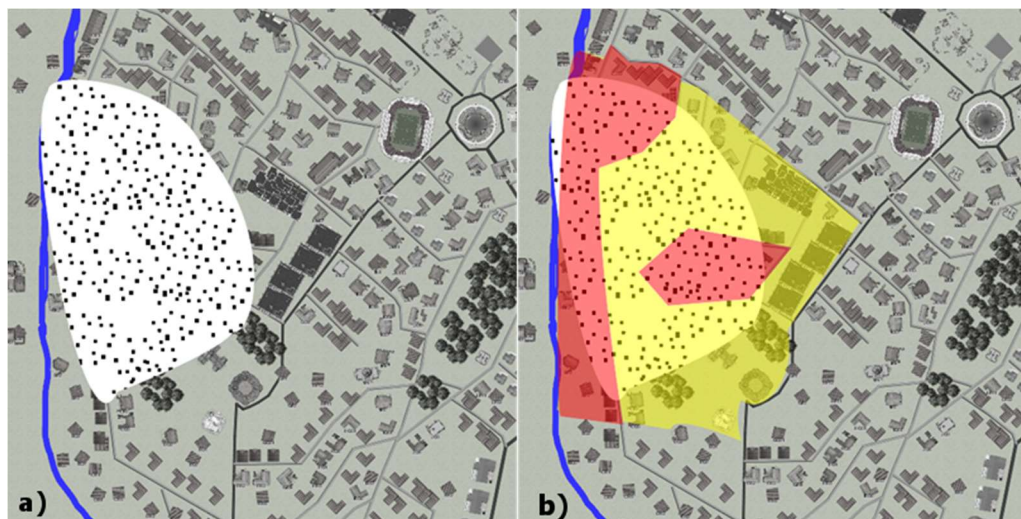


Figura 7- a) Mapa da jazida de sal gema b) Mapa da jazida em relação à área de risco.

Considerando esta sobreposição, aumentam as chances de a exploração de sal-gema ter causado os danos observados no bairro. Nossa equipe entrou em contato com instituições que poderiam ceder os instrumentos para a checagem do solo, para dar continuidade à essa linha de investigação.

Conclusão

Considerando que o contexto e observações feitas em loco é possível determinar duas frentes principais de investigação: exploração de sal-gema e falhas no sistema de abastecimento da cidade. Tais hipótese demandaram mais estudos para comprovar ou desmentir relações de casualidade com os danos observados.

Apêndice 3- Material de apoio da defesa

Análise do sistema de abastecimento de água na Ladeira do Botega

A presente investigação foi encomendada pela Odessa Ltda. para determinar a extensão do desgaste da rede de canos da Companhia Halitense de Saneamento (CHS) no bairro da Ladeira do Botega, assim como estabelecer a influência desses danos como causadores das rachaduras observadas no bairro.

Nossa equipe consultou os relatórios de qualidade da água na região elaborados no ano anterior, em busca de contaminações que poderiam indicar desgaste e corrosão dos canos. Nesse estudo houve a coleta de amostras de água em dez locais, conforme consta na figura 1.

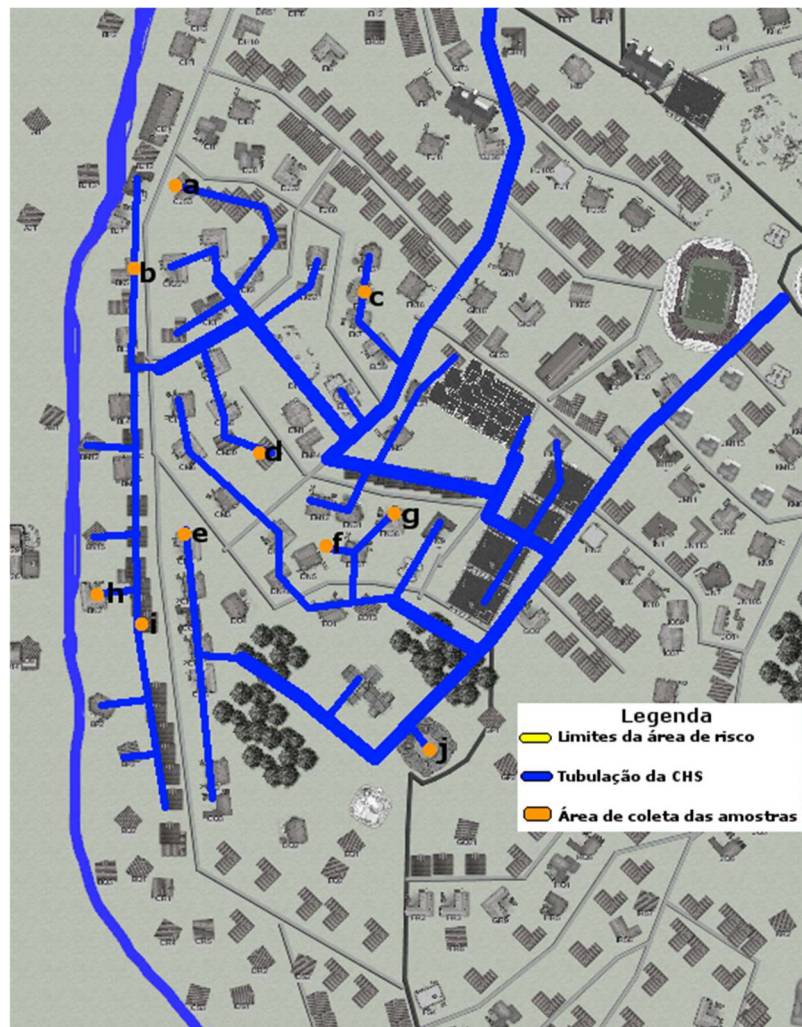


Figura 1- Locais de coleta de amostra de água

Após análise, o laboratório apresentou os valores de concentração de íons de Fe^{3+} e Fe^{2+} mostrados na tabela 1.

Amostra	Concentração de Fe^{3+} e Fe^{2+} (mg/L)
a	0,293
b	0,282
c	0,287
d	0,270
e	0,269
f	0,212
g	0,214
h	0,285
i	0,282
j	0,209

Tabela 1- Valores de concentração de íons de ferro observados em 20XX.

Nesse ano, a concentração média de íons de ferro para toda rede era de 0,211 mg/L. Das amostras analisadas, apenas 3 estavam próximas a este valor. Essa discrepância serviu como indicador para determinar os locais das possíveis rachaduras.

Um robô sonda equipado com câmera foi utilizado para mapear a rede de canos na região, vasculhando os canos das áreas indicas pela análise bibliográfica, não sendo possível percorrer todos os canos devido ao tamanho do equipamento. Foram encontradas um total de cinco fissuras conforme mostrado no mapa da figura 2.

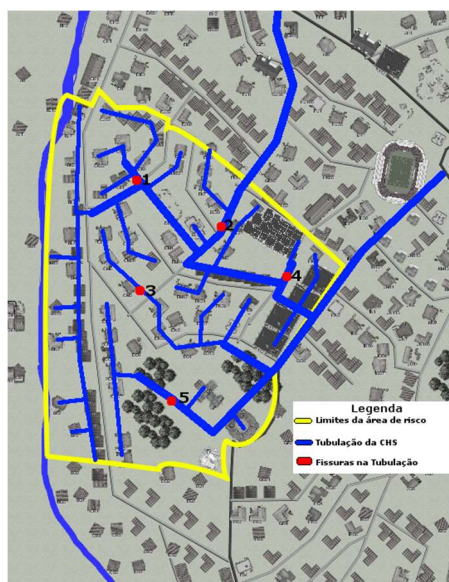


Figura 2- Mapa das fissuras observadas com a sonda.

A fissura de número cinco foi observada pela força tarefa do Serviço Geológico dentro de uma cratera gerada pela erosão promovida pelo vazamento de água.

As fissuras de número um a quatro estão no subsolo, abaixo da pavimentação. A sondagem mostrou a presença de vãos no solo envolta dessas fissuras. Tais vãos possuem diâmetros que variam de 30 cm até 75 cm.

Considerando que canos de diâmetro menor não puderam ser inspecionados, é possível que haja vazamentos semelhantes em outras partes da rede do bairro. A presença frequente desses vazamentos acarretaria a instabilidade no terreno acima, gerando os danos observados nas casas.

Considerando as descobertas feitas nessa investigação nossa equipe concluiu que falhas no sistema da CHS foram responsáveis pelas rachaduras observadas no bairro da Ladeira do Botega.

Apêndice 4- Material de apoio da acusação

Análise sismológica do depósito de sal-gema

Este estudo sismológico foi elaborado a pedido da prefeitura de São José da Halita Quebrada a fim de investigar o estado da jazida de sal-gema explorada pela Odessa Ltda. e as camadas superiores de solo, buscando relações entre a exploração da reserva e a instabilidade observada no bairro Ladeira do Botega.

A jazida em questão está localizada sob o bairro (figura 1a), a cerca de 1.800 m de profundidade, sendo explorada por poço perfurado pela Odessa Ltda. conforme demonstrado pela figura 1.

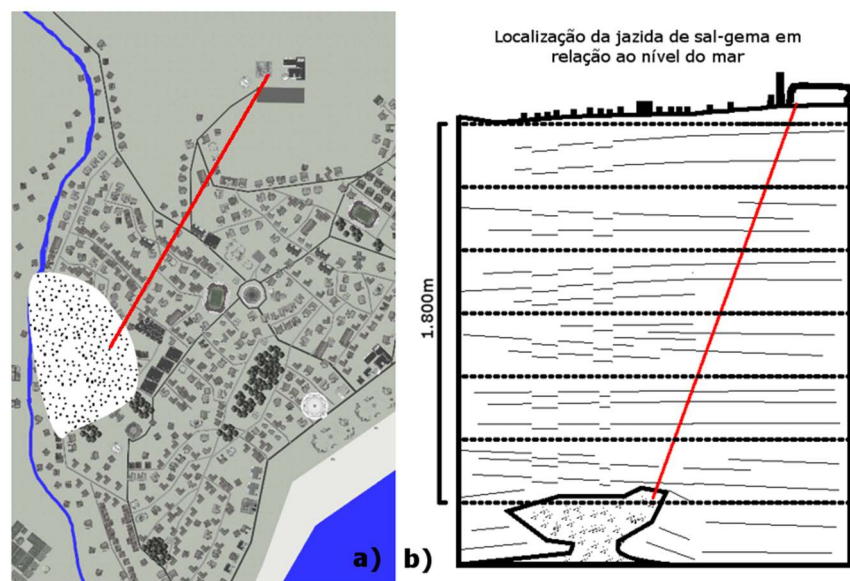


Figura 1- a) Localização da jazida de sal-gema na cidade; b) Diagrama demonstrando a localização da jazida em relação ao nível do mar. Em vermelho: poço escavado pela Odessa Ltda. para extração.

Estudo por sonar apontou que cerca de 25% da sal-gema contida na jazida já foi extraída gerando um vão com um volume total de 495.503 m³. Essa mesma análise apontou irregularidades nas camadas superiores de rocha, indicando deslocamento do solo. Tais falhas são observadas em maior frequência a cerca de 800 m de profundidade, porém ocorrem ao longo de toda secção vertical sobre a jazida, indicando que a exploração desta desestabilizou a rocha acima até a superfície.

Considerando as descobertas feitas nessa investigação nossa equipe concluiu que o vão gerado pela extração de sal-gema foi responsável pela instabilidade do solo gerando as rachaduras observadas no bairro da Ladeira do Botega.

Apêndice 5- Mapas



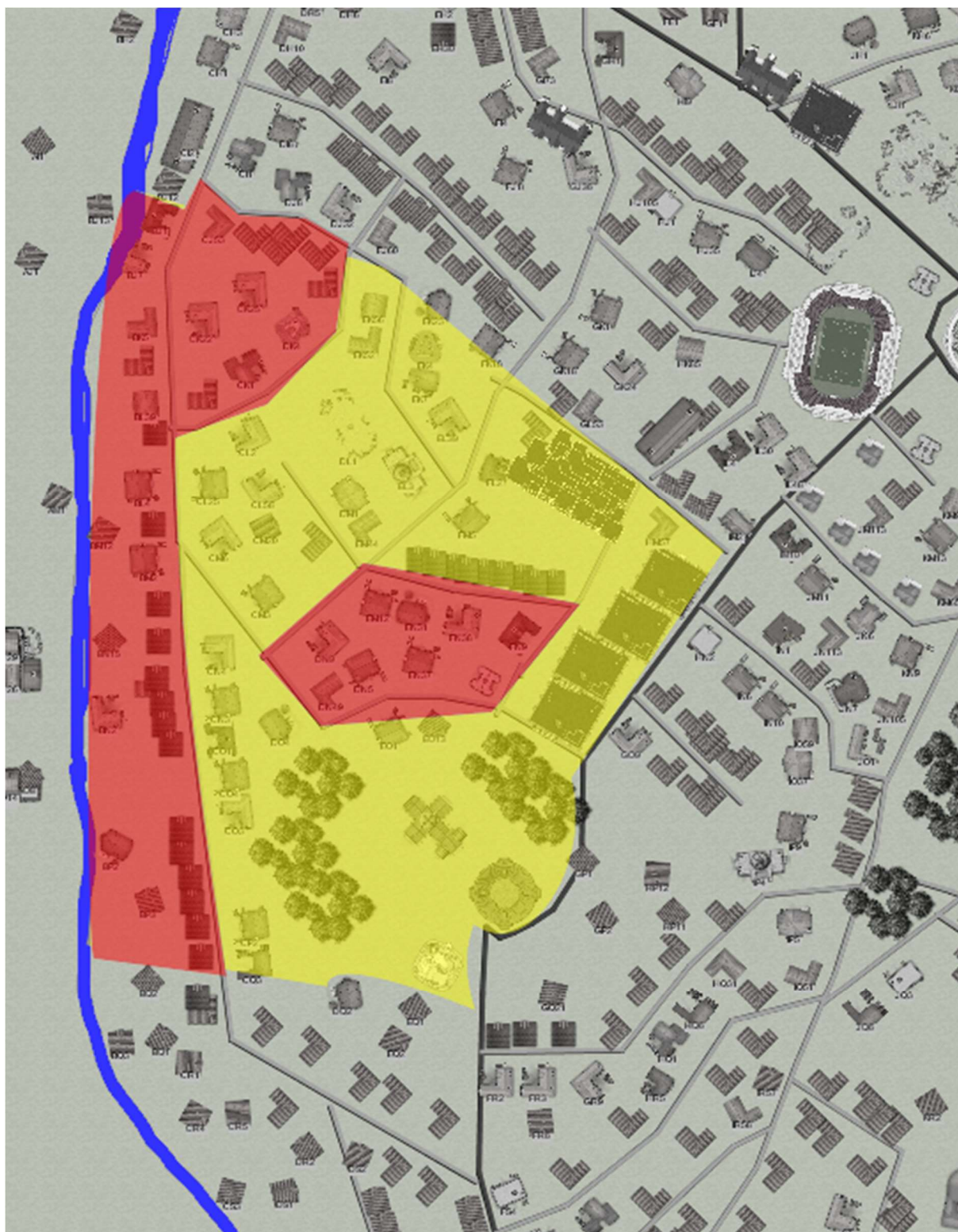
Apêndice 5.a) Mapa municipal de São José da Halita Quebrada.



Apêndice 5.b) Mapa topográfico de São José da Halita Quebrada.



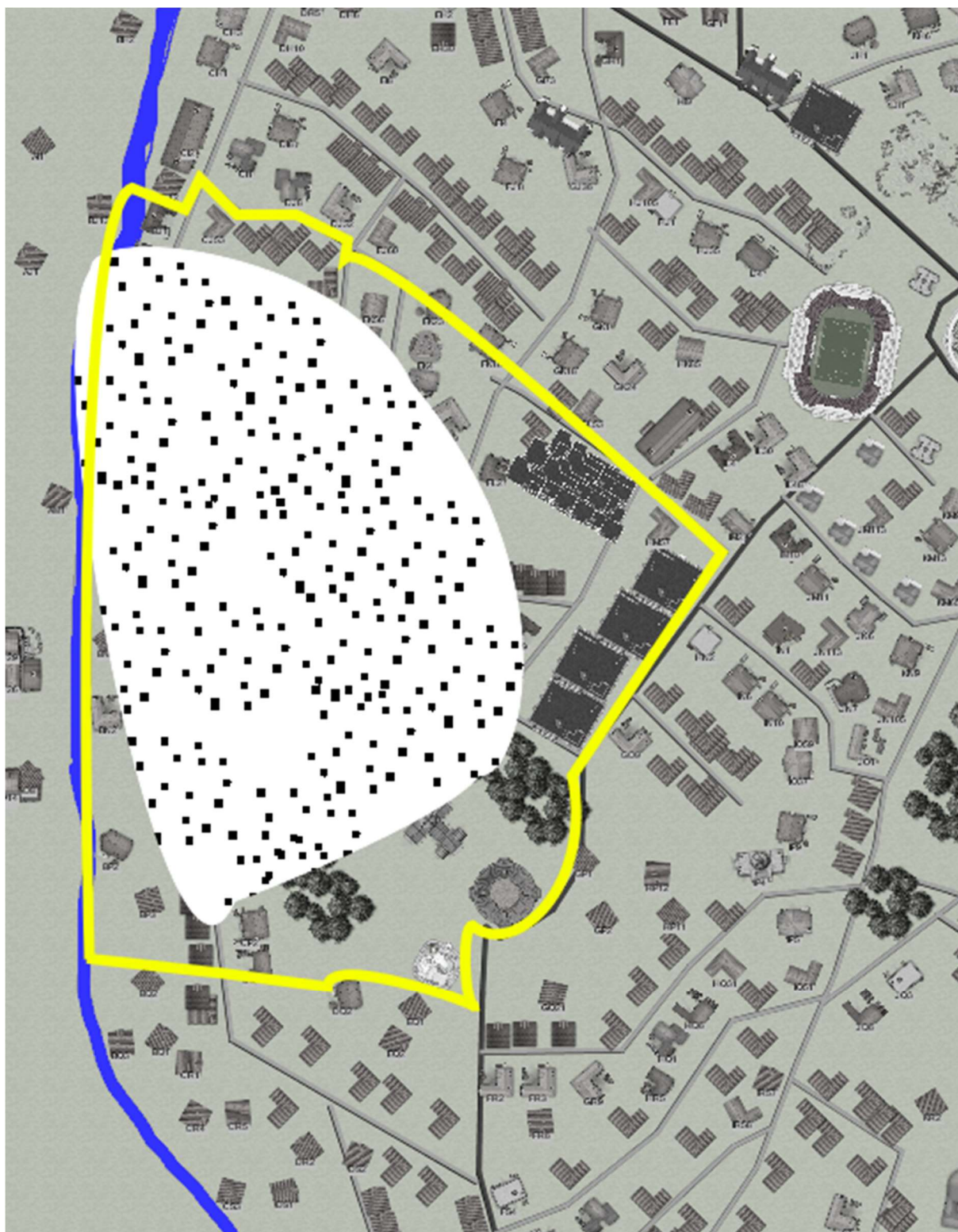
Apêndice 5.c) Mapa de São José da Halita Quebrada destacando a área de risco.



Apêndice 5.d) Mapa da área de risco.



Apêndice 5.e) Mapa da rede do sistema de abastecimento de água em relação à área de risco.



Apêndice 5.f) Mapa da jazida de sal-gema em relação à área de risco.

Apêndice 6- Bibliografia sugerida ao professor

ANJOS, M. M.; JUSTI, R. Favorecendo a Discussão de Alguns Aspectos de Natureza da Ciência no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, São paulo, v. 37, n. 1, p. 4-10, julho 2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL/AL. **Sal-gema**. Departamento Nacional de Produção Mineral/AL. Maceió, p. 2. 2008.

MADEIRO, C. Paredes racham, solo afunda e bairro tenta achar anomalia no solo em Maceió. **UOL**, 2018. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2018/12/11/rachaduras-pinheiro-maceio-alagoas-prefeitura-emergencia.htm>. Acesso em: 14 maio 2019.

MELO, P. R. C.; CARVALHO, R. S.; PINTO, D. C. Halita. In: CETEM **Rochas Minerais Industriais**: usos e especificações. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 551-584.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 1, 2001. Disponível em: <http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/223>. Acesso em: 23 abril 2019.